

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

ПРИЧИННОСТЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ФИЗИКЕ

В. А. КУЛИГИН
Воронежский университет

1.

Философская категория «причинность», как и связанный с ней принцип причинности, восходит к основополагающему принципу диалектического материализма о всеобщей связи и взаимной обусловленности явлений материального мира. Содержание категории «причинность» может быть раскрыто через содержание и конкретизацию взаимной связи исходных философских категорий «причина» и «следствие» (причинно-следственное отношение).

Как известно, раскрытие содержания и конкретизация понятий должны опираться на ту или иную конкретную модель взаимной связи понятий. Модель, объективно отражая определенную сторону связи, имеет границы применимости, за пределами которых ее использование ведет к ложным выводам, но в границах своей применимости она должна обладать не только образностью, наглядностью и конкретностью, но и иметь эвристическую ценность.

Многообразие проявлений причинно-следственных связей в материальном мире обусловило существование нескольких моделей причинно-следственных отношений. Исторически сложилось так, что любая модель этих отношений может быть сведена к одному из двух основных типов моделей или их сочетанию.

а) Модели, опирающиеся на временной подход (эволюционные модели). Здесь главное внимание акцентируется на временной стороне причинно-следственных отношений. Одно событие — «причина» — порождает другое событие — «следствие», которое во времени отстает от причины (запаздывает). Запаздывание — отличительный признак эволюционного подхода. Причина и следствие взаимнообусловлены. Однако ссылка на порождение следствия причиной (генезис), хотя и законна, но привносится в определение причинно-следственной связи как бы со стороны, извне. Она фиксирует внешнюю сторону этой связи, не захватывая пубоку сущности.

Эволюционный подход развивался Ф. Бэконом, Дж. Миллем и др. Крайней полярной точкой эволюционного подхода являлась позиция Юма. Юм игнорировал генезис, отрицал объективный характер причинности, и сводил причинную связь к простой регулярности событий.

б) Модели, опирающиеся на понятие «взаимодействие» (структурные или диалектические модели).

Примечание: Смысл термина «диалектические модели» будет выяснен позже.

Главное внимание здесь уделяется взаимодействию как источнику причинно-следственных отношений. В роли причины выступает само взаимодействие. Большое внимание этому подходу уделял Кант, но наиболее четкую форму диалектический подход к причинности приобрел в работах Гегеля. Из современных советских философов этот подход развивал Г. А. Свечников [1], который стремился дать материалистическую трактовку одной из структурных моделей причинно-следственной связи.

Существующие и использующиеся в настоящее время модели различным образом вскрывают механизм причинно-следственных отношений, что приводит к разногласиям и создает основу для философских дискуссий. Острота обсуждения и полярный характер точек зрения свидетельствуют об их актуальности [2].

Взаимодействие как источник причинности

ПРИЧИННОСТЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ФИЗИКЕ

В. А. КУЛИГИН

Воронежский университет

1.

Философская категория
«причинность», как и связанный с
ней принцип причинности, восходит
к основополагающему принципу
диалектического материализма о

всеобщей связи и взаимной обусловленности явлений материального мира. Содержание категории «причинность» может быть раскрыто через содержание и конкретизацию взаимной связи исходных философских категорий «причина» и «следствие» (причинно-следственное отношение).

Как известно, раскрытие содержания и конкретизация понятий должны опираться на ту или иную конкретную модель взаимной связи понятий. Модель, объективно отражая определенную сторону связи, имеет границы

применимости, за пределами которых ее использование ведет к ложным выводам, но в границах своей применимости она должна обладать не только образностью, наглядностью и конкретностью, но и иметь эвристическую ценность.

Многообразие проявлений причинно-следственных связей в материальном мире обусловило существование нескольких моделей причинно-следственных отношений. Исторически сложилось так, что любая модель этих отношений может быть сведена к одному из двух

ОСНОВНЫХ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ ИЛИ ИХ
СОЧЕТАНИЮ.

а) Модели, опирающиеся на
временной подход (эволюционные
модели). Здесь главное внимание
акцентируется на временной стороне
причинно-следственных отношений.
Одно событие — «причина» —
порождает другое событие —
«следствие», которое во времени
отстает от причины (запаздывает).
Запаздывание — отличительный
признак эволюционного подхода.
Причина и следствие
взаимообусловлены. Однако ссылка
на порождение следствия причиной

(генезис), хотя и законна, но привносится в определение причинно-следственной связи как бы со стороны, извне. Она фиксирует внешнюю сторону этой связи, не захватывая глубоко сущности.

Эволюционный подход развивался Ф. Бэконом, Дж. Миллем и др. Крайней полярной точкой эволюционного подхода явилась позиция Юма. Юм игнорировал генезис, отрицая объективный характер причинности, и сводил причинную связь к простой регулярности событий.

б) Модели, опирающиеся на понятие «взаимодействие» (структурные или диалектические модели).

Примечание: Смысл термина «диалектические модели» будет выяснен позже.

Главное внимание здесь уделяется взаимодействию как источнику причинно-следственных отношений. В роли причины выступает само взаимодействие. Большое внимание этому подходу уделял Кант, но наиболее четкую форму

диалектический подход к причинности приобрел в работах Гегеля. Из современных советских философов этот подход развивал Г. А. Свечников [1], который стремился дать материалистическую трактовку одной из структурных моделей причинно-следственной связи.

Существующие и использующиеся в настоящее время модели различным образом вскрывают механизм причинно-следственных отношений, что приводит к разногласиям и создает основу для философских дискуссий. Острота обсуждения и полярный характер точек зрения

свидетельствуют об их актуальности [2].

Выделим некоторые из дискутируемых проблем.

а) Проблема одновременности причины и следствия. Это основная проблема. Одновременны ли причина и следствие или разделены интервалом времени? Если причина и следствие одновременны, то почему причина порождает следствие, а не наоборот? Если же причина и следствие не одновременны, может ли

существовать «чистая» причина, т. е. причина без следствия, которое еще не наступило, и «чистое» следствие, когда действие причины кончилось, а следствие еще продолжается? Что происходит в интервале между причиной и следствием, если они разделены во времени, и т. д.?

б) Проблема однозначности причинно-следственных отношений. Порождает ли одна и та же причина одно и то же следствие или же одна причина может порождать любое следствие из нескольких потенциально возможных? Может ли одно и то же следствие быть

порожденным любой из нескольких причин?

в) Проблема обратного воздействия следствия на свою причину.

г) Проблема связи причины, повода и условий. Могут ли при определенных обстоятельствах причина и условие меняться ролями: причина стать условием, а условие — причиной? Какова объективная взаимосвязь и отличительные признаки причины, повода и условия?

Решение этих проблем зависит от выбранной модели, т. е. в значительной степени от того, какое содержание будет заложено в исходные категории «причина» и «следствие». Дефиниционный характер многих трудностей проявляется, например, уже в том, что нет единого ответа на вопрос, что следует понимать под «причиной». Одни исследователи под причиной мыслят материальный объект, другие [3]—явление, третьи [4]— изменение состояния, четвертые — взаимодействие и т. д.

К решению проблемы не ведут попытки выйти за рамки модельного представления и дать общее, универсальное определение причинно-следственной связи. В качестве примера можно привести следующее определение: «Причинность — это такая генетическая связь явлений, в которой одно явление, называемое причиной, при наличии определенных условий неизбежно порождает, вызывает, приводит к жизни другое явление, называемое следствием» [5]. Это определение формально справедливо для большинства моделей, но, не

опираясь на модель, оно не может разрешить поставленных проблем (например, проблему одновременности) и потому имеет ограниченную теоретико-познавательную ценность.

Решая упомянутые выше проблемы, большинство авторов стремятся исходить из современной физической картины мира и, как правило, несколько меньше внимания уделяют гносеологии. Между тем, на наш взгляд, здесь существуют две проблемы, имеющие важное значение: проблема удаления элементов антропоморфизма из

понятия причинности и проблема
непричинных связей в
естествознании. Суть первой
проблемы в том, что причинность
как объективная философская
категория должна иметь
объективный характер, не зависящий
от познающего субъекта и его
активности. Суть второй проблемы:
признавать ли причинные связи в
естествознании всеобщими и
универсальными или считать, что
такие связи имеют ограниченный
характер и существуют связи
непричинного типа, отрицающие
причинность и ограничивающие
пределы применимости принципа

причинности? Мы считаем, что принцип причинности имеет всеобщий и объективный характер и его применение не знает ограничений.

Итак, два типа моделей, объективно отражая некоторые важные стороны и черты причинно-следственных связей, находятся в известной степени в противоречии, поскольку различным образом решают проблемы одновременности, однозначности и др., но вместе с тем, объективно отражая некоторые стороны причинно-следственных отношений, они должны находиться

во взаимной связи. Наша первая задача — выявить эту связь и уточнить модели.

2.

Попытаемся установить границу применимости моделей эволюционного типа. Причинно-следственные цепи, удовлетворяющие эволюционным моделям, как правило, обладают свойством транзитивности [6]. Если событие А есть причина события В (В - следствие А), если, в свою очередь, событие В есть причина

события С, то событие А есть причина события С. Если $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow C$, то $A \rightarrow C$. Таким способом составляются простейшие причинно-следственные цепи. Событие В может выступать в одном случае причиной, в другом — следствием. Эту закономерность отмечал Ф. Энгельс: «... причина и следствие суть представления, которые имеют значение, как таковые, только в применении к данному отдельному случаю: но как только мы будем рассматривать этот отдельный случай в общей связи со всем мировым целым, эти представления сходятся и переплетаются в

представлении универсального взаимодействия, в котором причины и следствия постоянно меняются местами; то, что здесь или теперь является причиной, становится там или тогда следствием и наоборот» (т. 20, с. 22).

Свойство транзитивности позволяет провести детальный анализ причинной цепи. Он состоит в расчленении конечной цепи на более простые причинно-следственные звенья. Если $A \rightarrow C$, то $A \rightarrow B_1$, $B_1 \rightarrow B_2$, ..., $B_n \rightarrow C$. Но обладает ли конечная причинно-следственная

цепь свойством бесконечной делимости? Может ли число звеньев конечной цепи N стремиться к бесконечности?

Опираясь на закон перехода количественных изменений в качественные, можно утверждать, что при расчленении конечной причинно-следственной цепи мы столкнемся с таким содержанием отдельных звеньев цепи, когда дальнейшее деление станет бессмысленным. Заметим, что бесконечную делимость, отрицающую закон перехода количественных изменений в

качественные, Гегель именовал «дурной бесконечностью».

Примечание: Переход количественных изменений в качественные возникает, например, при делении куска графита. При разъединении молекул вплоть до образования одноатомного газа химический состав не меняется. Дальнейшее деление вещества без изменения его химического состава уже невозможно, поскольку следующий этап — расщепление атомов углерода. Здесь с физико-химической точки зрения количественные изменения приводят к качественным.

В приведенном выше высказывании Ф. Энгельса отчетливо прослеживается мысль о том, что в основе причинно-следственных связей лежит не самопроизвольное волеизъявление, не прихоть случая и не божественный перст, а универсальное взаимодействие. В природе нет самопроизвольного возникновения и уничтожения движения, есть взаимные переходы одних форм движения материи в другие, от одних материальных объектов к другим, и эти переходы не могут происходить иначе, чем через посредство взаимодействия материальных объектов. Такие

переходы, обусловленные взаимодействием, порождают новые явления, изменяя состояние взаимодействующих объектов.

Взаимодействие универсально и составляет основу причинности. Как справедливо отмечал Гегель, «взаимодействие есть причинное отношение, положенное в его полном развитии» [7]. Еще более четко сформулировал эту мысль Ф. Энгельс: «Взаимодействие — вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки, зрения теперешнего естествознания <...>

Так естествознанием подтверждается то ... что взаимодействие является истинной *causa finalis* вещей. Мы не можем пойти дальше познания этого взаимодействия именно потому, что позади его нечего больше познавать» (т. 20, с. 546).

Поскольку взаимодействие составляет основу причинности, рассмотрим взаимодействие двух материальных объектов, схема которого приведена на рис. 1. Данный пример не нарушает общности рассуждений, поскольку взаимодействие нескольких объектов сводится к парным взаимодействиям

и может быть рассмотрено
аналогичным способом.

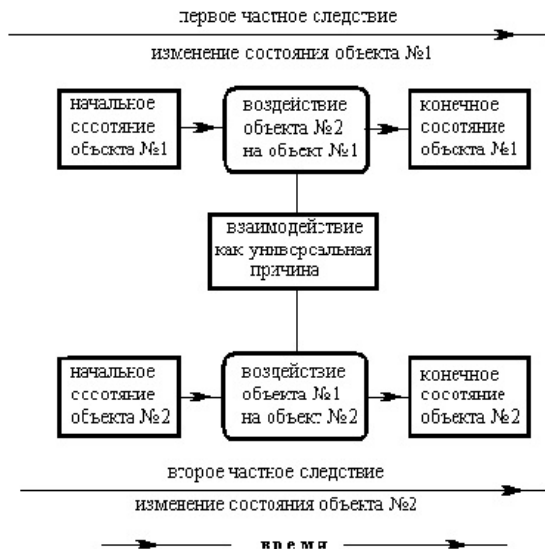


Рис. 1. Структурная (диалектическая) модель причинности

Нетрудно видеть, что при взаимодействии оба объекта одновременно воздействуют друг на друга (взаимность действия). При этом происходит изменение состояния каждого из взаимодействующих объектов. Нет взаимодействия — нет изменения состояния [8]. Поэтому изменение состояния какого-либо одного из взаимодействующих объектов можно рассматривать как частное следствие причины — взаимодействия. Изменение состояний всех объектов

В их совокупности составит полное следствие.

Очевидно, что такая причинно-следственная модель элементарного звена эволюционной модели принадлежит классу структурных (диалектических).

Следует подчеркнуть, что данная модель не сводится к подходу, развивавшемуся Г. А. Свечниковым, поскольку под следствием Г. А. Свечников, по словам В. Г. Иванова, понимал «...изменение одного или всех взаимодействовавших объектов

или изменение характера самого взаимодействия, вплоть до его распада или преобразования» [9]. Что касается изменения состояний, то это изменение Г. А. Свечников относил к непричинному виду связи.

Итак, мы установили, что эволюционные модели в качестве элементарного, первичного звена содержат структурную (диалектическую) модель, опирающуюся на взаимодействие и изменение состояний. Несколько позже мы вернемся к анализу взаимной связи, этих моделей и исследованию свойств

эволюционной модели. Здесь нам хотелось бы отметить, что в полном соответствии с точкой зрения Ф. Энгельса смена явлений в эволюционных моделях, отражающих объективную реальность, происходит не в силу простой регулярности событий (как у Д. Юма), а в силу обусловленности, порожденной взаимодействием (генезис). Поэтому хотя ссылки на порождение (генезис) и приносятся в определение причинно-следственных отношений в эволюционных моделях, но они отражают объективную природу этих отношений и имеют законное основание.

Вернемся к структурной модели. По своей структуре и смыслу она превосходно согласуется с первым законом диалектики — законом единства и борьбы противоположностей, если интерпретировать:

— **единство** — как существование объектов в их взаимной связи (взаимодействии);

— **противоположности** — как взаимоисключающие тенденции и

характеристики состояний,
обусловленные взаимодействием;

— **борьбу** — как взаимодействие;

— **развитие** — как изменение
состояния каждого из
взаимодействующих материальных
объектов.

Поэтому структурная модель,
опирающаяся на взаимодействие как
причину, может быть названа также
диалектической моделью
причинности. Из аналогии

структурной модели и первого закона диалектики следует, что причинность выступает как отражение объективных диалектических противоречий в самой природе, в отличие от субъективных диалектических противоречий, возникающих в сознании человека. Структурная модель причинности есть отражение объективной диалектики природы.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий применение структурной модели причинно-следственных отношений. Таких примеров, которые объясняются с

помощью данной модели, можно найти достаточно много в естественных науках (физике, химии и др.), поскольку понятие «взаимодействие» является основополагающим в естествознании.

Возьмем в качестве примера упругое столкновение двух шаров: движущегося шара A и неподвижного шара B . До столкновения состояние каждого из шаров определялось совокупностью признаков S_a и S_b (импульс, кинетическая энергия и т. д.). После столкновения (взаимодействия) состояния этих

шаров изменились. Обозначим новые состояния $S'a$ и $S'b$. Причиной изменения состояний ($Sa \not\rightarrow S'a$ и $Sb \not\rightarrow S'b$) явилось взаимодействие шаров (столкновение); следствием этого столкновения стало изменение состояния каждого шара.

Как уже говорилось, эволюционная модель в данном случае малопригодна, поскольку мы имеем дело не с причинной цепью, а с элементарным причинно-следственным звеном, структура которого не сводится к эволюционной модели. Чтобы

показать это, проиллюстрируем данный пример объяснением с позиции эволюционной модели: «До столкновения шар А покоился, поэтому причиной его движения является шар В, который ударил по нему». Здесь шар В выступает причиной, а движение шара А — следствием. Но с тех же самых позиций можно дать и такое объяснение: «До столкновения шар В двигался равномерно по прямолинейной траектории. Если бы не шар А, то характер движения шара В не изменился бы». Здесь причиной уже выступает шар А, а следствием

— состояние шара В. Приведенный пример показывает:

а) определенную субъективность, которая возникает при применении эволюционной модели за пределами границ ее применимости: причиной может выступать либо шар А, либо шар В; такое положение связано с тем, что эволюционная модель выхватывает одну частную ветвь следствия и ограничивается ее интерпретацией;

б) типичную гносеологическую ошибку. В приведенных выше

объяснениях с позиции
эволюционной модели один из
однотипных материальных объектов
выступает в качестве «активного», а
другой — в качестве
«страдательного» начала. Получается
так, будто один из шаров наделяется (по
сравнению с другим) «активностью»,
«волей», «желанием», подобно
человеку. Следовательно, только
благодаря этой «воле» мы и имеем
причинное отношение. Подобная
гносеологическая ошибка
определяется не только моделью
причинности, но и образностью,
присущей живой человеческой речи,
и типичным психологическим

переносом свойств, характерных для сложной причинности (о ней мы будем говорить ниже) на простое причинно-следственное звено. И такие ошибки весьма характерны при использовании эволюционной модели за пределами границ ее применимости. Они встречаются в некоторых определениях причинности. Например: «Итак, причинность определяется как такое воздействие одного объекта на другой, при котором изменение первого объекта (причина) предшествует изменению другого объекта и необходимым, однозначным образом порождает

изменение другого объекта (следствие)» [10]. Трудно согласиться с таким определением, поскольку совершенно не ясно, почему при взаимодействии (взаимном действии!) объекты должны деформироваться не одновременно, а друг за другом? Какой из объектов должен деформироваться первым, а какой вторым (проблема приоритета)?

3.

Рассмотрим теперь, какие качества удерживает в себе структурная

модель причинности. Отметим среди них следующие: *объективность, универсальность, непротиворечивость, однозначность.*

Объективность причинности проявляется в том, что взаимодействие выступает как объективная причина, по отношению к которой взаимодействующие объекты являются *равноправными*. Здесь не остается возможности для антропоморфного истолкования.

Универсальность обусловлена тем, что в основе причинности всегда

лежит *взаимодействие*.

Причинность универсальна, как универсально само взаимодействие.

Непротиворечивость обусловлена тем, что, хотя причина и следствие (взаимодействие и изменение состояний) совпадают во времени, они отражают *различные стороны* причинно-следственных отношений. Взаимодействие предполагает пространственную связь объектов, изменение состояния — связь состояний каждого из взаимодействующих объектов во времени.

Помимо этого структурная модель устанавливает **однозначную связь** в причинно-следственных отношениях независимо от способа математического описания взаимодействия. Более того, структурная модель, будучи объективной и универсальной, не предписывает естествознанию ограничений на характер взаимодействий. В рамках данной модели справедливы и мгновенное далеко- или близкодействие, и взаимодействие с любыми конечными скоростями. Появление подобного ограничения в

определении причинно-следственных отношений явилось бы типичной метафизической догмой, раз и навсегда постулирующей характер взаимодействия любых систем, навязывая физике и другим наукам натурфилософские рамки со стороны философии, либо ограничило пределы применимости модели настолько, что польза от такой модели оказалась бы весьма скромной.

Здесь уместно было бы остановиться на вопросах, связанных с конечностью скорости распространения взаимодействий.

Рассмотрим пример. Пусть имеются два неподвижных заряда. Если один из зарядов начал двигаться с ускорением, то электромагнитная волна подойдет ко второму заряду с запаздыванием. Не противоречит ли данный пример структурной модели и, в частности, свойству взаимности действия, поскольку при таком взаимодействии заряды оказываются в неравноправном положении? Нет, не противоречит. Данный пример описывает не простое взаимодействие, а сложную причинную цепь, в которой можно выделить три различных звена.

1. Взаимодействие первого заряда с объектом, который вызывает его ускорение. Результат этого взаимодействия — изменение состояния источника, воздействовавшего на заряд, и в частности потеря этим источником части энергии, изменение состояния первого заряда (ускорение) и появление электромагнитной волны, которая излучилась первым зарядом при его ускоренном движении.

2. Процесс распространения электромагнитной волны, излученной первым зарядом.

3. Процесс взаимодействия второго заряда с электромагнитной волной. Результат взаимодействия — ускорение второго заряда, рассеяние первичной электромагнитной волны и излучение электромагнитной волны вторым зарядом.

В данном примере мы имеем два различных взаимодействия, каждое из которых укладывается в структурную модель причинности. Таким образом, структурная модель превосходно согласуется как с классическими, так и с релятивистскими теориями, а

конечная скорость распространения взаимодействий не является принципиально необходимой для структурной модели причинности.

Касаясь структурной модели причинности, отметим, что ей не противоречат реакции распада и синтеза объектов. В этом случае между объектами либо разрушается относительно устойчивая связь как особый вид взаимодействия, либо такая связь образуется в результате взаимодействия.

Поскольку квантовые теории (равно как и классические) широко используют категории «взаимодействие» и «состояние», то структурная модель принципиально применима и в этой области естествознания. Встречающиеся иногда трудности обусловлены, на наш взгляд, тем, что, обладая хорошо развитым математическим формализмом, квантовые теории еще недостаточно полно развиты и отточены в плане понятийной интерпретации. Это одно из свидетельств того, что квантовые теории находятся в стадии становления и развития и не

достигли уровня внутренней

завершенности, свойственной классическим теориям.

Примечание: Марио Бунге [11] пишет, например, об интерпретации f -функции:

«Одни относят функцию ψ к некоторой индивидуальной системе, другие — к некоторому действительному или потенциальному статистическому ансамблю тождественных систем, третьи рассматривают ψ -функцию как меру нашей информации, или степень уверенности относительно некоторого индивидуального комплекса, состоящего из макросистемы и прибора, или же, наконец, просто как каталог измерений, производимых над множеством идентично приготовленных

микросистем». Такое многообразие вариантов истолкования ψ -функции затрудняет строгую причинную интерпретацию явлений микромира

Но о проблемах становления квантовых теорий свидетельствует не только интерпретация ψ -функции. Хотя релятивистская механика и электродинамика на первый взгляд представляются законченными теориями, более глубокий анализ показывает, что по ряду причин эти теории также не избежали противоречий и внутренних трудностей. Например, в электродинамике существуют

проблема электромагнитной массы, проблема реакции излучения заряда и др. Неудачи в попытках разрешения этих проблем в рамках самих теорий в прошлом и бурное развитие теорий микромира породили надежду, что развитие квантовых теорий поможет ликвидировать трудности. А до тех пор они должны восприниматься как неизбежное «зло», с которым так или иначе приходится мириться и ждать успехов от квантовых теорий.

В то же время квантовые теории сами столкнулись со многими проблемами и противоречиями. Любопытно заметить, что часть этих

трудностей имеет «классическую» природу, т. е. досталась «по наследству» от классических теорий и обусловлена их внутренней незавершенностью. Получается «порочный круг»: разрешение противоречий классических теорий мы возлагаем на квантовые теории, а трудности квантовых определяются противоречиями классических.

Со временем надежда на способность квантовых теорий устранить противоречия и трудности в теориях классических стала угасать, но до сих пор интерес к разрешению противоречий

классических теорий в рамках их самих все еще остается на втором плане.

Таким образом, трудности, встречающиеся иногда при объяснении явлений микромира с позиции причинности, имеют объективное происхождение и объясняются особенностями становления квантовых теорий, но они не являются принципиальными, запрещающими или ограничивающими применение принципа причинности в микромире, в частности применение структурной модели причинности.

Причинность и взаимодействие всегда взаимосвязаны. Если взаимодействие обладает свойствами всеобщности, универсальности и объективности, то столь же универсальны, всеобщи и объективны причинно-следственные связи и отношения. Поэтому в принципе нельзя согласиться с утверждениями Бома, что при описании явлений микромира можно в одних случаях опираться на философский индетерминизм, в других — придерживаться принципа причинности [12]. Мы считаем глубоко ошибочной мысль В. Я. Перминова о том, что «понятие

дополнительности указывает *путь примирения* (курсив наш. — В. К.) детерминизма и индетерминизма» [13], независимо от того, относится эта мысль к философии естествознания или к конкретной естественнонаучной теории. Путь примирения материалистической точки зрения с позицией современного агностицизма в данном вопросе есть эклектика, есть отрицание объективной диалектики. В. И. Ленин подчеркивал, что «вопрос о причинности имеет особенно важное значение для определения философской линии того или другого новейшего

«изма»...» (т. 18, с. 157). И путь становления квантовых теорий лежит не через отрицание или ограничение, а через утверждение причинности в микромире.

4.

Структура научных теорий естествознания и функции научных теорий прямо или косвенно связаны с причинным объяснением явлений материального мира. Если обратиться к структурной модели причинности, то можно выявить два характерных момента, две важные

стороны, которые так или иначе связаны с функциями научных теорий.

Первая касается описания причинных связей и отвечает на вопрос: как, в какой последовательности? Ей соответствует любая ветвь частного следствия, связывающая обусловленные состояния. Она дает не только описание перехода объекта из одного состояния в другое, но описывает и охватывает всю причинную цепь как последовательность связанных и обусловленных состояний, не

вдаваясь глубоко в сущность, в источник изменения состояний звеньев цепи.

Вторая сторона отвечает на вопрос: почему, по какой причине? Она, напротив, дробит причинно-следственную цепь на отдельные элементарные звенья и дает объяснение изменению состояния, опираясь на взаимодействие. Это объясняющая сторона.

Две эти стороны прямо связаны с двумя важными функциями научной теории: объясняющей и

описательной. Поскольку принцип причинности лежал и будет лежать в основе любой естественнонаучной теории, теория всегда будет выполнять эти две функции: описание и объяснение [14].

Однако не только в этом проявляется методологическая функция принципа причинности. Внутреннее структурирование самой теории также связано с этим принципом. Возьмем, к примеру, классическую механику с ее тремя традиционными разделами: кинематикой, динамикой и статикой. В кинематике силовые взаимодействия не рассматриваются,

а идет описание (физическое и математическое) видов движения материальных точек и материальных объектов. Взаимодействие подразумевается, но оно отходит на второй план, оставляя приоритет описанию сложных связанных движений через характеристики их состояний. Разумеется, этот факт не может служить поводом для классификации кинематики как не причинного способа описания, поскольку кинематика отражает эволюционную сторону причинно-следственных отношений, связывающих различные состояния.

Динамика — теоретический раздел, который включает в себя полное причинно-следственное описание и объяснение, опираясь на структурную модель причинно-следственных отношений. В этом смысле кинематика может считаться подразделом динамики.

Особый интерес с точки зрения причинности представляет статика, в которой следственные цепи вырождены (отсутствуют), и мы имеем дело только со связями и взаимодействиями статического характера. В отличие от явлений

объективной реальности, где не существует абсолютно устойчивых систем, статические задачи — идеализация или предельный случай, допустимый в частнонаучных теориях. Но принцип причинности справедлив и здесь, поскольку не только решать статические задачи, но и понять сущность статики без применения «принципа виртуальных перемещений» или родственных ему принципов невозможно.

«Виртуальные перемещения» непосредственно связаны с изменением состояний в окрестности состояния равновесия,

т. е. в конечном счете с причинно-следственными отношениями.

Рассмотрим теперь электродинамику. Иногда ее отождествляют только с уравнениями Максвелла. Это неверно, поскольку уравнения Максвелла описывают поведение волн (излучение, распространение, дифракцию и т. д.) при заданных граничных и начальных условиях. Они не включают в себя описание взаимодействия как взаимного действия. Принцип причинности привносится вместе с граничными и начальными условиями

(запаздывающие потенциалы). Это своеобразная «кинематика» волновых процессов, если подобное сравнение позволительно.

«Динамику», а с ней и причинность, вносит уравнение движения Лоренца, учитывающее реакцию излучения заряда. Именно связь уравнений Максвелла и уравнения движения Лоренца обеспечивает достаточно полное причинно-следственное описание явлений электромагнетизма. Подобные примеры можно было бы продолжить. Но и приведенных достаточно, чтобы убедиться, что причинность и ее структурная

модель находят отражение в структуре и функциях научных теорий.

5. Если в начале нашей работы мы шли от эволюционной модели причинности к структурной, то теперь предстоит обратный путь от структурной модели к эволюционной. Это необходимо, чтобы правильно оценить взаимную связь и отличительные особенности эволюционной модели.

Уже в неразветвленной линейной причинно-следственной цепи мы

вынуждены отказаться от полного описания всех причинно-следственных отношений, т. е. не учитываем некоторые частные следствия. Структурная модель позволяет неразветвленные линейные причинно-следственные цепи свести к двум основным типам.

а) Объектная причинная цепь.
Образуется тогда, когда мы выделяем какой-либо материальный объект и следим за изменением его состояния во времени. Примером могут служить наблюдения за состоянием броуновской частицы, или за эволюциями космического корабля,

или за распространением электромагнитной волны от антенны передатчика до антенны приемника.

б) Информационная причинная цепь. Появляется, когда мы следим не за состоянием материального объекта, а за некоторым информирующим явлением, которое в процессе взаимодействий различных материальных объектов связано последовательно во времени с различными объектами. Примером может служить передача устной информации с помощью эстафеты и т. п.

Все линейные неразветвленные причинные цепи сводятся к одному из этих двух типов или к их комбинации. Такие цепи описывают с помощью эволюционной модели причинности. При эволюционном описании взаимодействие остается на втором плане, а на первый план выходит материальный объект или индикатор его состояния. В силу этого главное внимание сосредоточивается на описании последовательности событий во времени. Поэтому данная модель получила название эволюционной.

Линейная неразветвленная причинная цепь сравнительно легко поддается анализу с помощью сведения ее к совокупности элементарных звеньев и анализа их посредством структурной модели. Но такой анализ не всегда возможен.

Существуют сложные причинные сети, в которых простые причинно-следственные цепочки пересекаются, ветвятся и вновь пересекаются. Это приводит к тому, что применение структурной модели делает анализ громоздким, а иногда и технически невозможным.

Помимо этого нас часто интересует не сам внутренний процесс и описание внутренних причинно-следственных отношений, а начальное воздействие и его конечный результат. Подобное положение часто встречается при анализе поведения сложных систем (биологических, кибернетических и др.). В таких случаях детализация внутренних процессов во всей их совокупности оказывается избыточной, ненужной для практических целей, загромождающей анализ. Все это обусловило ряд особенностей при описании причинно-следственных

отношений с помощью
эволюционных моделей. Перечислим
эти особенности.

1. При эволюционном описании
причинно-следственной сети полная
причинная сеть огрубляется.
Выделяются главные цепи, а
несущественные отсекаются,
игнорируются. Это значительно
упрощает описание, но подобное
упрощение достигается ценой
потери части информации, ценой
утраты однозначности описания.

2. Чтобы сохранить однозначность и приблизить описание к объективной реальности, отсеченные ветви и причинные цепи заменяются совокупностью условий. От того, насколько правильно выделена основная причинная цепь и насколько полно учтены условия, компенсирующие огрубление, зависят полнота, однозначность и объективность причинно-следственного описания и анализа.

3. Выбор той или иной причинно-следственной цепи в качестве главной определяется во многом

целевыми установками исследователя, т. е. тем, между какими явлениями он хочет проанализировать связь. Именно целевая установка заставляет выискивать главные причинно-следственные цепи, а отсеченные заменять условиями. Это приводит к тому, что при одних установках главную роль выполняют одни цепи, а другие заменяются условиями. При других установках эти цепи могут стать условиями, а роль главных будут играть те, что раньше были второстепенными. Таким образом, причины и условия меняются ролями.

Условия играют важную роль, связывая объективную причину и следствие. При различных условиях, влияющих на главную причинную цепь, следствия будут различными. Условия как бы создают то русло, по которому течет цепь исторических событий или развитие явлений во времени. Поэтому для выявления глубинных, сущностных причинно-следственных отношений необходим тщательный анализ, учет влияния всех внешних и внутренних факторов, всех условий, влияющих на развитие главной причинной цепи, и оценка степени влияния.

4. Эволюционное описание основное внимание уделяет не взаимодействию, а связи событий или явлений во времени. Поэтому содержание понятий «причина» и «следствие» изменяется, и это весьма важно учитывать. Если в структурной модели взаимодействие выступает истинной *causa finalis* — конечной причиной, то в эволюционной — действующей причиной (*causa activa*) становится явление или событие.

Следствие также меняет свое содержание. Вместо связи состояний

материального объекта при его взаимодействии с другим в качестве следствия выступает некоторое событие или явление, замыкающее причинно-следственную цепь. В силу этого причина в эволюционной модели всегда предшествует следствию.

5. В указанном выше смысле причина и следствие в эволюционной модели могут выступать как одно-качественные явления, с двух сторон замыкающие причинно-следственную цепь. Следствие одной цепи может явиться причиной и началом другой цепи,

следующей за первой во времени.
Это обстоятельство обуславливает
свойство транзитивности
эволюционных моделей
причинности.

Мы здесь коснулись только главных
особенностей и отличительных
признаков эволюционной модели.

5.

Структурная модель причинности
может успешно использоваться для
сравнительно простых причинных

цепей и систем. В реальной практике приходится иметь дело и со сложными системами. Вопрос о причинно-следственном описании поведения сложных систем практически всегда опирается на эволюционную модель причинности.

Итак, мы рассмотрели два типа моделей, отражающих причинно-следственные отношения в природе, проанализировали взаимную связь этих моделей, границы их применимости и некоторые особенности. Проявление причинности в природе многообразно и по форме, и по

содержанию. Вполне вероятно, что этими моделями не исчерпывается весь арсенал форм причинно-следственных отношений. Но как бы ни были разнообразны эти формы, причинность всегда будет обладать свойствами объективности, всеобщности и универсальности. В силу этого принцип причинности выполнял и всегда будет выполнять важнейшие мировоззренческие и методологические функции в современном естествознании и философии естествознания. Многообразие форм проявления причинно-следственных отношений не может служить поводом для

отказа от материалистического принципа причинности или утверждений об ограниченной его применимости.

ЛИТЕРАТУРА

- См., напр.: Свечников Г. А. Причинность и связь состояний в физике. М., 1971; Он же. Диалектико-материалистическая концепция причинности // Современный детерминизм: Законы природы / Под ред. Г. А. Свечникова и др. М., 1973. С. 125, и др.

2. См., напр.: Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика. М., 1972; Уемов А. И., Остапенко С. В. Причинность и время // Современный детерминизм: Законы природы. С. 214; Оруджев З. М., Ахундов М. Д. Временная структура причинной связи // Филос. науки. 1969. № 6. С. 63; Жаров А. М. Временное соотношение причины и следствия и неопределенность // Там же. 1984. № 3. С. 89.

3. Кузнецов И. В. Избранные труды по методологии физики. М., 1975.

- . Материалистическая диалектика: В 5 т. Т. 1: Объективная диалектика / Под общ. ред. Ф. В. Константинова и В. Г. Марахова; Отв. ред. Ф. Ф. Вяккерев. М., 1981. С. 212.
- . Кузнецов И. В. Указ. соч. С. 237.
- . О парадоксах «нетранзитивности» см.: Налетов Н. 3. Причинность и теория познания. М., 1975.
- . Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук: В 3 т. Т. 1: Наука логики. М., 1974. С. 335.

-). Под термином «состояние» мы понимаем количественную и качественную определенность самодвижения объекта. Другие определения см.: Старжинский В. П. Понятие «состояние» и его методологическая роль в физике. Минск, 1979.
-). Иванов В. Г. Причинность и детерминизм. Л., 1974.
-). Материалистическая диалектика. Т. 1. С. 213.
- . Бунге М. Философия физики. М., 1975. С. 99.

- 1. Бом Д. Причинность и случайность в современной физике. М., 1959.
- 2. Перминов В. Я. Проблема причинности в философии и естествознании. М., 1979. С. 209.
- 3. См., напр.: Никитин Е. П. Объяснение — функция науки. М., 1970.